Feladatsorok a *Fizika I.* tantárgyhoz

GAMF, TMAI, Fizika Szakcsoport
2010

1. gyakorlat

I. Válassza ki a helyes átváltásokat!

2/5 óra =	10/3 óra =	2,2 óra =
A. 12 perc	A. 3 óra 10 perc	A. 2 óra 12 perc
B. 24 perc	B. 3 óra 20 perc	B. 2 óra 20 perc
C. 40 perc	C. 3 óra 30 perc	C. 2 óra 24 perc

II. Kösse össze a két oszlopban az egyenlő mennyiségeket!

	$3{,}3 \cdot 10^{-7}$ t
330 mg	$0{,}33 \cdot 10^{7}$ μg
	25000 μg
	0,025 g
3,3 g	0,0033 kg
	0,33 g
	3300 mg
250 μg	$3{,}3 \cdot 10^{5}$ μg
	0,00000025 kg
25 mg	$0{,}25 \cdot 10^{5}$ μg

III. Válassza ki a helyes megoldásokat!

Egy 1 cm élhosszúságú kockacukor térfogata:
A. 10^{-9} m^3
B. 10^{-6} m^3
C. 10^{-3} m^3
D. 10^{3} m^3
E. 10^{6} m^3

Egy 1 cm oldalú négyzet területe:
A. 10^{-6} m^2
B. 10^{-4} m^2
C. 10^{2} m^2
D. 10^{4} m^2
E. 10^{6} m^2

Egy méter 3,28 lábbal egyenlő. Egy 1,5 láb élhosszúságú kocka alakú doboz térfogata:
A. $1{,}2 \cdot 10^{2}$ m^3
B. $9{,}6 \cdot 10^{-2}$ m^3
C. 10,5 m^3
D. $9{,}5 \cdot 10^{-2}$ m^3
E. 0,21 m^3

1 mérföld 1609 m-rel egyenlő, ezért 58 mérföld/óra=
A. 15 m/s
B. 26 m/s
C. 66 m/s
D. 88 m/s
E. 1500 m/s

Egy 1,7 cm sugarú gömb térfogata:
A. $2{,}1 \cdot 10^{-5}$ m^3
B. $9{,}1 \cdot 10^{-4}$ m^3
C. $3{,}6 \cdot 10^{-3}$ m^3
D. 0,11 m^3
E. 21 m^3

Egy 1,7 cm sugarú gömb felülete:
A. $2{,}1 \cdot 10^{-5}$ m^2
B. $9{,}1 \cdot 10^{-4}$ m^2
C. $3{,}6 \cdot 10^{-3}$ m^2
D. 0,11 m^2
E. 36 m^2

Egy 2,3 cm sugarú és 1,4 m magas egyenes kör alapú henger térfogata:
A. 0,20 m^3
B. 0,14 m^3
C. $9{,}3 \cdot 10^{-3}$ m^3
D. $2{,}3 \cdot 10^{-3}$ m^3
E. $7{,}4 \cdot 10^{-4}$ m^3

Egy 2,3 cm sugarú és 1,4 m magas egyenes kör alapú henger felülete:
A. $2{,}1 \cdot 10^{-1}$ m^2
B. $3{,}2 \cdot 10^{-3}$ m^2
C. $2{,}0 \cdot 10^{-3}$ m^3
D. $5{,}3 \cdot 10^{-3}$ m^2
E. $7{,}4 \cdot 10^{-3}$ m^2

Egy gépkocsi m/s-ban mért sebességét egy rövid időtartam alatt a $v = a \cdot t^2 + b \cdot t^3$ függvény adja meg, ahol t a másodpercekben mért idő. Ekkor az a és b mennyiségek mértékegységei rendre:
A. m·s^2; m·s^4
B. s^3/m; s^4/m
C. m/s^2; m/s^3
D. m/s^3; m/s^4
E. m/s^4; m/s^5

IV.

2,5 ℓ	=		mℓ	100 V	=		kV
60 mℓ	=		ℓ	92 pF	=		nF
0,45 ℓ	=		mℓ	2,75 μH	=		nH
0,0254 A	=		mA	140 nm	=		μm
0,487 mA	=		μA	0,060 mℓ	=		μℓ
15 kΩ	=		MΩ				

V. A Föld közelítőleg gömb alakú, sugara $6{,}37 \cdot 10^6$ m. Mekkora (a) az egyenlítői kerülete km-ben, (b) a felülete négyzetkilométerben, (c) a térfogata köbkilométerben? (40000 km, $5{,}10 \cdot 10^8$ km^2, $1{,}08 \cdot 10^{12}$ km^3)

VI. Az Antarktisz közelítőleg félkör alakú kontinens, sugara 2000 km. Jégtakarójának átlagos vastagsága 3000 m. Hány köbcentiméter jég van az Antarktiszon? (A Föld görbületét hanyagoljuk el!) ($1{,}20 \cdot 10^{22}$ cm^3)

VII. A *Hesperoyucca whipplei*t a leggyorsabban növekedő növényként tartják számon. 14 nap alatt 3,7 métert képes nőni. Hány μm/s ez a növekedési sebesség? (3,06 μm/s)

VIII. Egy tipikus kumuluszfelhő egy köbcentimétere kb. 500 vízcseppet tartalmaz, melyek sugara mintegy 10 μm. Hány köbméter vizet tartalmaz egy 3 km magas és 1 km sugarú, henger alakú kumuluszfelhő? (19700 m^3)

IX. Egy Amerikában árusított falfesték kiadóssága 460 négyzetláb/gallon. Mekkora ez a kiadósság m^2/ℓ-ben? (1 gallon=3,8 ℓ; 1 láb=30,5 cm) (11,3 m^2/ℓ)

X. Egy fogyókúrázó személy heti 2,3 kg-ot fogy. Fejezze ki ezt a fogyási ütemet mg/s-ban! (3,80 mg/s)

XI. Egy külszíni szénfejtésben 26 méter mélységben termelik ki a földet évente 75 hektár területről. Hány köbkilométer földet „fogyaszt el" a bánya egy évben? (0,0195 km^3)

XII. Egy levegőminta elemzése azt mutatta ki, hogy benne a szén-monoxid koncentrációja $3{,}5 \cdot 10^{-6}$ g/ℓ. Fejezze ki ezt a koncentrációt font/köblábban! Hány font szén-monoxid van egy köbmérföld levegőben? (1 font = 0,454 kg, 1 láb = 30,5 cm, 1 mérföld = 1610 m) ($2{,}20 \cdot 10^{-7}$ font/köbláb, 32100 font)

XIII. Egy 50 dB háttérzajú teremben működő 65 dB átlagos zajszintű gép mellé hány dB-es gép telepíthető, ha a megengedett zajszint 75 dB? (Tételezzük fel, hogy az egyes zajintenzitások összeadódnak!) (74,5 dB)

XIV. Hangszigetelő burkolat felszerelésével egy gép zajszintjét 80 dB-ről 70 dB-re sikerült csökkenteni. Milyen arányban csökkent a hangteljesítmény? (1/10)

XV. Mekkora a zajszint abban a teremben, ahol két 70 dB-es és három 75 dB-es zajszintű gép egyidejűleg üzemel? (Tételezzük fel, hogy az egyes zajintenzitások összeadódnak!) (80,6 dB)

XVI. Hányszorosára növeli a bemenő jel teljesítményét egy 50 dB-es erősítő? (10^5)

XVII. Egy 72 dB-es zaj szintű gép mellé bekapcsoltunk egy másik zajforrást, ennek következtében a zajszint 75 dB-re nőtt. Hány decibeles a másik gép zajszintje? (Tételezzük fel, hogy az egyes zajintenzitások összeadódnak!) (72,0 dB)

XVIII. Hangszigetelő burkolat felszerelésével egy gép zaj szintjét 80 dB-ről 60 dB-re sikerült csökkenteni. Milyen arányban csökkent a hangintenzitás? (1/100)

XIX. Egy gép zajszintje 65 dB. Hányszor nagyobb a zajintenzitása a 0 szinthez tartozó zajintenzitásnál? Mekkora zajszintet mérhetünk egy olyan helyiségben, ahol 4 db ilyen gép üzemel? (Tételezzük fel, hogy az egyes zajintenzitások összeadódnak!) ($10^{6,5}$, 71,0 dB)

Szintérték ill. logaritmikus viszonyszám („decibelskála")

Hangintenzitás jellemzése: $L = 10 \cdot \lg(I / I_0)$ (I_0 a skála nulla pontja, referencia-intenzitás)

Visszafelé: $I = I_0 \cdot 10^{L/10}$

Erősítők jellemzése: $L = 10 \cdot \lg(P_{ki} / P_{be})$

2. gyakorlat

I. Mekkora sebességgel esnek az esőcseppek szélcsendben a 48,6 km/h sebességgel haladó vonat ablakára, ha az ablakon a cseppek nyoma a függőlegessel 60°-os szöget zár be? (28 km/h)

II. Mi az *xy* síkbeli **a** vektor (a) *x* komponense és (b) *y* komponense, ha iránya 310°-ot zár be az *x* tengely pozitív irányával, nagysága pedig 7,3 m/s^2? (4,7 m/s^2, -5,6 m/s^2)

III. A **b** vektor *x* komponense -20 m, *y* komponense pedig 40 m. (a) Mi **b** nagysága? (b) Mekkora **b**-nek az *x* tengely pozitív irányával bezárt szöge? (44,7 m, 117°)

IV. Az *xy* síkbeli **d** elmozdulás-vektor 15 m hosszú, irányszöge θ=30°. Határozza meg a vektor (a) *x* komponensét és (b) *y* komponensét. (13 m, 7,5 m)

V. Egy hajóskapitány azt tervezi, hogy 120 km-re északra hajózik. Egy váratlan vihar azonban 100 km-re keletre sodorja a hajót a kiindulás helyétől. (a) Milyen messzire és (b) milyen irányba hajózzon a kapitány, hogy elérje eredeti célját? (156 km, az északi iránytól keletre 39,8°-kal)

VI. A *B* oázis 25 km-re keletre található az *A* oázistól. Egy teve az *A* oázisból indulva 24 km-t tesz meg a keleti iránnyal 15°-ot dél felé bezáró irányban, majd 8 km-t halad északra. Milyen messze van a teve ezután a *B* oázistól? (1,75 km)

VII. Egy 45 cm sugarú kerék csúszás nélkül gördül a vízszintes talajon. A t_1 időpontban egy festékpöttyöt helyezünk a keréknek a talajjal érintkező pontjára. Egy későbbi t_2 időpontig a kerék egy fél fordulatot tesz meg. Mi a festékpötty elmozdulásának (a) nagysága és (b) a talajjal bezárt szöge? (2,97 m, 17,7°)

VIII. Egy óra percmutatójának hegye 10 cm-re van a mutató tengelyétől. Mekkora a mutató elmozdulásának nagysága és a vízszintessel bezárt szöge (a) egész órától félig (b) a következő fél órában (c) a következő órában? (20 cm, 270°; 20 cm, 90°; 0)

A vektorokkal kapcsolatban használt jelölések

A vektor jelölése nyomtatásban félkövér betűvel (**g**), kézírásban aláhúzással ($\underline{F}$) vagy nyíllal ($\vec{\mathbf{v}}$) történik.

Az **a** vektor *abszolút értéke* (nagysága, hossza): $|\mathbf{a}|$ vagy egyszerűen a.

A **b** *xy* síkbeli vektor *komponensei* (összetevői, koordinátái) az *xy* koordináta-rendszerben: b_x és b_y. Ilyenkor használható még a $\mathbf{b}(b_x;b_y)$ jelölés is. A **c** térbeli vektor komponensei az *xyz* koordináta-rendszerben: c_x , c_y és c_z. Ilyenkor is használható a $\mathbf{c}(c_x;c_y;c_z)$ jelölés.

A **b** vektor abszolút értékére fennáll, hogy $|\mathbf{b}| = \sqrt{b_x^2 + b_y^2}$,

a **c** vektor abszolút értéke pedig $|\mathbf{c}| = \sqrt{c_x^2 + c_y^2 + c_z^2}$

A **v** és **w** vektorok *skaláris szorzata* (ami a munka kiszámításánál lesz fontos) kétféleképpen számolható ki:

$\mathbf{v} \cdot \mathbf{w} = |\mathbf{v}| \cdot |\mathbf{w}| \cos\gamma$ (ahol γ a vektorok által bezárt szög) vagy $\mathbf{v} \cdot \mathbf{w} = v_x \cdot w_x + v_y \cdot w_y + v_z \cdot w_z$.

IX. Egy gyalogos otthonról indulva a boltig 4 km/h nagyságú egyenletes sebességgel mozgott. A bolt zárva volt, így rögtön visszafordult és hazament, most 5 km/h nagyságú egyenletes sebességgel. Mekkora volt a teljes mozgása alatti (a) elmozdulása, (b) átlagsebessége, és (c) az átlagos sebességnagysága? (0, 0, 4,44 km/h)

X. Egy gépkocsi 100 km-es útjának első, 30 km-es szakaszát 140 km/h nagyságú sebességgel teszi meg. Az út további részén sebességének nagysága 90 km/h. Mekkora a teljes úton a sebességnagyságának az átlaga? (101 km/h)

XI. Egy 4 m oldalhosszúságú négyzet kerületén az egyik csúcsból indulva, pozitív körüljárással mozogva 9 m-t tesz meg egy csiga. Határozza meg az átlagos sebességnagyságot és az átlagsebesség nagyságát, ha a mozgás 2 óráig tartott! (0,00125 m/s, 0,000694 m/s)

XII. Egy vonat 60 km/h-s állandó sebességgel 40 percig halad keletnek, majd 20 percig az északi iránnyal 50°-ot kelet felé bezáró irányban, ezután 50 percig nyugatnak. Mekkora a vonat átlagsebességének (a) nagysága és (b) az északi iránnyal bezárt szöge? (7,6 km/h, 22,5°)

XIII. Egy csónak a vízhez képest 14 km/h sebességgel felfelé halad egy folyón. A folyó a parthoz képest 9 km/h sebességgel folyik. Mi a (a) nagysága és az (b) iránya a csónak parthoz képesti sebességének? A csónak utasa az orrból a tathoz sétál a csónakhoz képest 6 km/h sebességgel. Mekkora az utas sebességének (c) nagysága és (d) iránya a parthoz képest? (5 km/h felfelé, 1 km/h lefelé)

XIV. Egy repülőtéri terminálban mozgójárda segíti az utasokat egy hosszú folyosón. Anikó nem használja a mozgójárdát, így 150 másodperc alatt ér végig a folyosón. Béla, aki egyszerűen viteti magát, 70 s alatt teszi meg ugyanazt a távot. Csilla fellép a mozgójárdára, úgy gyalogol végig a folyosón. Mennyi időbe telik ez neki, ha ugyanolyan gyorsan tud gyalogolni, mint Anikó? (47,7 s)

XV. Egy személy 90 másodperc alatt megy fel a 15 m hosszú kikapcsolt mozgólépcsőn. Ha rá áll a működő mozgólépcsőre, az 60 s alatt viszi fel. Mennyi időbe telik az embernek felgyalogolni a bekapcsolt mozgólépcsőn? Függ-e a válasz a lépcső hosszától? (36 s)

XVI. Havazik. A hó függőlegesen hullik állandó 8 m/s sebességgel. Milyen szöget zár be a hópelyhek pályája a függőlegessel egy autóvezető szerint, aki vízszintes úton halad 50 km/h sebességgel? (60,1°)

XVII. Egy kisrepülőgép levegőhöz képesti sebessége 500 km/h. A pilóta 800 km-re északra szeretne eljutni, de észreveszi, hogy az északi iránytól 10°-ra keletre kell kormányoznia, hogy tartsa a tervezett irányt. Az utazás 2 órát vesz igénybe. Mekkora a szél sebességének nagysága? (127 km/h)

XVIII. Egy repülőgép 42 km/h sebességű, keleti iránytól 20°-kal délre eltérő irányba fújó szélben repül. 15 perc repülés után a kiindulóponttól 55 km-re északra kerül. Mekkora a gépnek a levegőhöz képesti sebessége? (238 km/h)

XIX. Egy 200 m széles folyó állandó 1,1 m/s sebességgel folyik keresztül kelet felé az őserdőn. Egy felfedező motorcsónakkal kíván átkelni egy déli parti tisztásról egy északi parti tisztásra, mely 82 m-rel feljebb található. A motorcsónak vízhez képesti sebessége 4 m/s. (a) Milyen irányba kell kormányozni a csónakot, hogy egyenesen az északi parti tisztás felé menjen? (b) Mennyi időbe telik az átkelés?
(a folyásiránnyal szemben, a parttal 48,9°-os szöget bezáróan, 66,3 s)

Az egyenes vonalú egyenletes mozgás

Az *elmozdulás* kiszámítása: $\mathbf{d} = \mathbf{v} \cdot \Delta t$.

Ilyenkor a megtett út egyenlő az elmozdulás nagyságával, ezért $s = v \cdot \Delta t$ is igaz.

Átlagsebesség: az elmozdulás és a hozzá tartozó időtartam hányadosa:

$\mathbf{v}_{átl} = \mathbf{d} / \Delta t$, ami vektormennyiség (nagysága és iránya is van)

Átlagos sebességnagyság: a megtett út és a hozzá tartozó időtartam hányadosa:

$v_{átl} = s / \Delta t$, ami skalármennyiség (csak nagysága van)

3. gyakorlat

I. Egy gépkocsi sebességét 54 km/h-ról 90 km/h-ra növelte állandó 1,6 m/s^2 gyorsulással. Mennyi ideig tartott ez, és mennyit mozdult el közben a gépkocsi? (6,25 s, 125 m)

II. Egy gépkocsi 2 m/s^2 gyorsulással indul álló helyzetből, majd elérve a 6 m/s sebességet, egyenletesen mozog tovább. Vázlatosan ábrázolja az autó helyzetét az idő függvényében! Milyen messzire jut az indulástól számított 8 s alatt? (39 m)

III. Egy autó egyenes úton, álló helyzetből indulva 225 m megtétele után gyorsult fel 108 km/h-s sebességre. Mennyi idő alatt tette meg a 225 m-es utat, és mekkora volt a gyorsulása? (15 s, 2 m/s^2)

IV. Egy testet 10 m/s nagyságú sebességgel függőlegesen lefelé hajítunk el. Mekkora lesz a test sebessége 2,5 s múlva, és hol lesz akkor? (35 m/s lefelé, 56,3 m magasan)

V. Egy testet 10 m/s nagyságú sebességgel függőlegesen felfelé hajítunk el. Mekkora lesz a test sebessége 2,5 s múlva és hol lesz akkor? Mekkora utat tett meg ezalatt? (15 m/s lefelé, 6,25 m-rel a hajítás szintje alatt, 16,3 m)

VI. Egy testet 10 m magasságból 12 m/s kezdősebességgel függőlegesen felfelé elhajítunk. Rajzolja le a sebesség-idő függvényt! Az indítás után mennyi idő múlva ér a legmagasabb pontba? Milyen magasan lesz ekkor a test? (1,2 s, 17,2 m)

VII. Egy darts-nyilat 10 m/s sebességgel dobunk el vízszintesen a céltábla középpontja (a P pont) felé. A nyíl 0,19 másodperccel később éri el a táblát, a P alatti Q pontban. (a) Mekkora a PQ távolság? (b) A táblától milyen távolságra dobtuk el a nyilat? (0,181 m, 1,9 m)

VIII. Egy 45 m magas dombon elhelyezett ágyúból vízszintes irányban 250 m/s sebességgel kilőnek egy golyót. (a) Mennyi ideig marad az ágyúgolyó a levegőben? (b) Az ágyútól mekkora vízszintes távolságban ér földet? (c) Milyen nagyságú és irányú sebességgel ér földet? (3 s; 750 m; 252 m/s a vízszintestől 6,84°-kal lefelé)

IX. Egy asztal lapja vízszintes, és 1,2 m magasan van a padló fölött. Egy csapágygolyó legurul róla, és a legurulás helyétől vízszintes irányban 1,52 m-re éri el a padlót. (a) Mennyi ideig van a golyó a levegőben? (b) Milyen sebességgel hagyta el az asztallapot? (0,49 s, 3,1 m/s)

X. Egy krimiben a holttestet az épülettől 4,6 m-re találják meg, egy nyitott ablak alatt 24 m-rel. (a) Ha feltesszük, hogy az áldozat vízszintes irányban hagyta el az ablakot, mekkora volt a kezdősebessége? (b) Vajon baleset történt? (2,1 m/s)

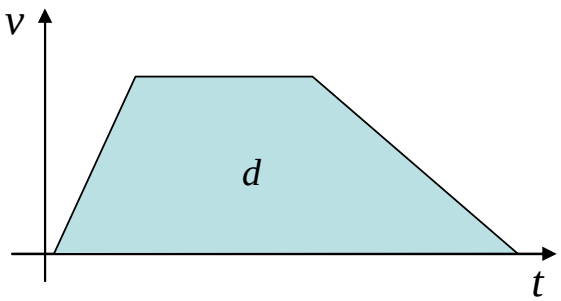
Az egyenes vonalú egyenletesen gyorsuló mozgás

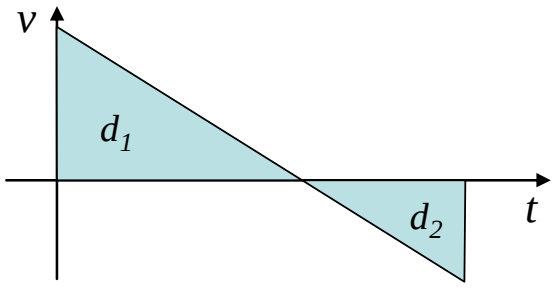
Az *elmozdulás* kiszámítása: $\mathbf{d} = \mathbf{v}_0 \cdot \Delta t + \frac{\mathbf{a}}{2} \cdot \Delta t^2$ vagy $\mathbf{d} = \mathbf{v}_{\text{félidő}} \cdot \Delta t$.

Ilyenkor a megtett út *csak akkor egyenlő* az elmozdulás nagyságával, ha a test mindvégig egy irányba halad. Ellenkező esetben, tehát ha pl. a test lassul, megáll, majd visszafelé gyorsul, a megtett út *nagyobb* az elmozdulás nagyságánál.

A szabadesés gyorsulásának nagysága a Föld felszíne közelében: $g = 10\ \text{m/s}^2$

Az elmozdulás ill. a megtett út *grafikusan is* meghatározható az ún. *menetábráról*, pl.:





Előjelesen összegezve: *elmozdulás*; *előjel nélkül* (abszolút-értékeket) összegezve: *megtett út*

XI. Egy repülőgép 198 km/h sebességgel 500 m magasságban repül egy hajótörött felé. A pilóta segélycsomagot akar ledobni úgy, hogy az a hajótörötthöz minél közelebb essen a vízre. Hány km-rel előbb kell kioldania a csomagot? (0,55 km)

XII. Egy szikla tetejéről 50 m/s nagyságú, a vízszintessel 30°-os lehajlási szöget bezáró irányú kezdősebességgel elhajítunk egy követ, amely 30 m-rel alacsonyabb szinten éri el a talajt. Mekkora távolságra van a földet érés helye az elhajítás helyétől? (43,3 m)

XIII. Egy teniszjátékos 23,6 m/s sebességgel szerválja a labdát vízszintes irányban a pálya síkja fölött 2,37 m magasságban. A háló 12 m-re van és 0,9 m magas. (a) Átmegy a labda a háló fölött? (b) Ha igen, mennyivel? Ha nem, mennyi hiányzik ahhoz, hogy átmenjen fölötte? Most tegyük fel, hogy a játékos a labdát a vízszintessel lefelé 5°-ot bezáró szögben üti el. (c) Most átmegy-e a labda a háló fölött? (d) Ha igen, mennyivel? Ha nem, mennyi hiányzik ahhoz, hogy átmenjen fölötte? (igen, 18 cm-rel; nem, 88 cm hiányzik)

XIV. Egy hajítás távolsága nemcsak a kezdősebességtől és a hajítás szögétől függ, hanem a nehézségi gyorsulás, g aktuális értékétől is. Jesse Owens 8,09 m-es világrekordot állított fel távolugrásban 1936-ban a berlini olimpián. Ha ugyanolyan kezdősebességet és elrugaszkodási szöget tételezünk fel, milyen távot ugrott volna 1956-os melbourne-i olimpián? Berlinben a nehézségi gyorsulás g_B=9,8128 m/s^2, Melbourne-ben g_M=9,7999 m/s^2. (8,10 m)

XV. Milyen messzire tudja elhajítani a kislabdát az a hallgató, aki függőlegesen 20 m magasra képes feldobni? (A kezdősebességek nagysága megegyezik.) (40 m)

XVI. Egy ember az óriáskeréken ül. Az óriáskerék sugara 15 m, és percenként 5 fordulatot tesz meg vízszintes tengely körül. Mekkora a mozgás (a) periódusa és (b) szögsebessége? Mekkora az ember centripetális gyorsulásának (c) nagysága és (d) iránya a mozgás legmagasabb pontján? És a legalsó ponton (e) (f)? (12 s; 0,524 1/s,;4,11 m/s^2 lefelé; 4,11 m/s^2 felfelé)

XVII. Egy műhold a földfelszín felett 640 km magasságban, körpályán kering. Egy keringés időtartama 98 perc. Mekkora a műhold (a) sebessége és (b) centripetális gyorsulása? (A Föld sugara 6370 km.) (7490 m/s, 8 m/s^2)

XVIII. Egy kerék 10 fordulatot tesz meg percenként. Mennyi a gyorsulása a kerék azon pontjának, amely a forgástengelytől 0,2 m-re van? (1,99 $\cdot 10^{-7}$ m/s^2)

XIX. Mekkora a Nap körül keringő Föld sebessége, ha feltételezzük, hogy a Föld 150 millió km sugarú körpályán egyenletes körmozgást végez a Nap körül? Mekkora a Föld gyorsulásának nagysága és iránya? (A Föld tengely körüli forgásától tekintsünk el és a keringési idő legyen pontosan 365 nap.) (29900 m/s, 5,59 $\cdot 10^{-3}$ m/s^2 a Nap felé)

XX. A TGV francia szuperexpressz menetrend szerinti járatai 216 km/h sebességgel közlekednek. Az utasok kényelme érdekében a vonat gyorsulása nem lehet több 0,05g-nél. (a) Milyen határok között lehet a pálya görbületi sugara a kanyarokban? (b) Pályaépítési munkálatok miatt ideiglenesen egy 1 km görbületi sugarú szakaszon is át kell haladnia a vonatnak. Mekkora sebességgel lehetséges ez? (legalább 7200 m, legfeljebb 80,5 km/h)

XXI. Tom Sawyer vízszintes síkban pörgeti 1,5 m hosszú madzagra kötött döglött patkányát a talaj fölött 2 m magasságban. A madzag egyszercsak elszakad, és a döglött patkány vízszintes irányban elrepül, majd vízszintes irányban 10 m-rel odébb ér földet. Mekkora volt a döglött patkány centripetális gyorsulása a körmozgás alatt? (167 m/s^2)

Az egyenletes körmozgás

A szögsebesség definíciója: $\omega = 2\pi / T$

A test kerületi sebessége: $v_{ker} = 2r\pi / T = \omega \cdot r$

Gyorsulása: $a_{cp} = \omega^2 \cdot r = v_{ker}^2 / r$ az ún. centripetális gyorsulás, mely mindig a kör középpontja felé mutat.

Összefüggés a periódusidő és a fordulatszám között: $T = 1/n$

4. gyakorlat

I. Egy 50 g tömegű, 3 m/s nagyságú sebességgel haladó acélgolyó sebességének irányára merőleges felületű falba ütközik, és onnan ugyanakkora sebességgel pattan vissza. Mennyi ideig érintkezett a fallal, ha közben a fal által a golyóra kifejtett átlagos erő 15 N nagyságú volt? (0,02 s)

II. Egy 2 kg-os testre három *xy* síkbeli erő hat: $\mathbf{F}_1$, $\mathbf{F}_2$ és $\mathbf{F}_3$. Ezek hatására a test $\mathbf{a}$(-8 m/s^2; 6 m/s^2) gyorsulással mozog. Tudjuk, hogy $\mathbf{F}_1$(30 N; 16 N) és $\mathbf{F}_2$(-12 N; 8 N). Határozza meg $\mathbf{F}_3$-at! [(-34 N; -12 N)]

III. Egy testre két *xy* síkbeli erő hat: $\mathbf{F}_1$ és $\mathbf{F}_2$. Ezek hatására a test $\mathbf{v}$(3 m/s; -4 m/s) állandó sebességgel halad. Tudjuk, hogy $\mathbf{F}_1$(2 N; -6 N). Határozza meg $\mathbf{F}_2$-t! [(-2 N; 6 N)]

IV. Egy 3 N súlyú tömb nyugszik a vízszintes asztallapon. Egy hozzákapcsolt zsinór segítségével 1 N felfelé mutató erőt fejtünk ki rá. Milyen nagyságú és irányú erőt fejti ki a tömb az asztallapra? (2 N lefelé)

V. Egy rakétameghajtású szánkó tömege 500 kg. Álló helyzetből képes felgyorsulni 1600 km/h sebességre 1,8 másodperc alatt. Mekkora erőt fejtenek ki a rakéták a szánkóra? (123456,8 N)

VI. Egy 15000 kg tömegű helikopter egy 4500 kg tömegű teherautót emel 1,4 m/s^2-es felfelé irányuló gyorsulással. (a) Mekkora erőt fejt ki a levegő a helikopter propellerére? (b) Mekkora erő feszíti a helikoptert és a teherkocsit összekötő kábelt? (222000 N, 51300 N)

VII. A napvitorlás olyan űrjármű, mely a napszél tolóerejét használja ki. Bár ez a tolóerő kicsi, de állandóan jelen van és nem igényel üzemanyagot. Tegyük fel, hogy az űrjármű (űrszonda) 900 kg tömegű, és 20 N nyomóerő hat rá. (a) Mekkora a szonda gyorsulása? Ha nyugalomból indult, akkor (b) mennyi utat tesz meg és (c) milyen sebességre gyorsul egy nap alatt? (0,0222 m/s^2, 8,29 ·10^7 m, 1920 m/s)

VIII. Egy csillagközi űrhajó tömege 1,2 ·10^6 kg és kezdetben nyugalomban van a Naprendszerhez képest. Mekkora tolóerőre van szükség ahhoz, hogy a hajó 3 nap alatt a fénysebesség 10%-ára gyorsuljon? (A fénysebesség: c=3 ·10^{8}m/s. Relativisztikus effektusokat ne vegyen figyelembe!) (1,39 ·10^8 N)

IX. Egy vízszintes lapon nyugvó 10 kg tömegű testet 110 N nagyságú erővel felemelünk. Milyen magasan lesz a test 2 s múlva? Mekkora lesz ekkor a sebessége? (2 m, 2 m/s)

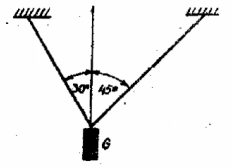
X. Egy 53 km/h sebességgel haladó gépkocsi letér az útról, és egy oszlopnak ütközik. A kocsi utasát megmenti a légzsák: nem hagyja hirtelen a műszerfalba csapódni, hanem az úthoz képest 65 cm-es szakaszon állítja meg felsőtestét. Mekkora erőt fejt ki a légzsák az utasra, ha felsőteste 40 kg tömegű? (6670 N)

XI. Egy 50 kg tömegű tanulót egy másik, 80 kg-os diák húz kötéllel, Mekkora gyorsulással mozog a 80 kg-os, ha az 50 kg-os 2 m/s^2 nagyságú gyorsulással közelít hozzá, és mindketten görkorcsolyán állnak? (A súrlódás elhanyagolható.) (1,25 m/s^2)

XII. Egy lift mennyezetéről lámpa lóg egy kábelen. A lift lefelé haladt, de már fékez 2,4 m/s^2 gyorsulással. (a) Mekkora a lámpa tömege, ha a kábelt feszítő erő 89 N? (b) Mekkora a kábelt feszítő erő, ha lift ugyanilyen gyorsulással lefelé gyorsít? (7,18 kg, 54,5 N)

XIII. Egy 30°-os lejtőn egy 100 N súlyú ládára a lejtő síkjával párhuzamos, felfelé mutató 50 N nagyságú erő hat. Mekkora a láda gyorsulása, ha nincs súrlódás? (0)

XIV. Egy 1500 N súlyú testet az ábrán látható módon függesztünk fel két kötéllel. Határozza meg, hogy mekkora erők hatnak a kötelekben! (1098 N, 776 N)



XV. Egy csatornán egy felfelé haladó uszályt a csatorna melletti úton haladó ló vontatja. A ló 7900 N erővel húzza a kötelet a csatorna irányával 18°-ot bezáró irányban. Az uszály tömege 9500 kg, gyorsulása 0,12 m/s^2 a csatorna irányában. Milyen nagyságú erőt fejt ki a víz az uszályra? (6825 N)

A lendület definíciója: $\mathbf{I} = m \cdot \mathbf{v}$ *vektormennyiség*, mert nagysága és iránya is van.

Newton II. axiómája („a dinamika alapegyenlete" néven is ismert)

A test lendületének változási gyorsasága a testre ható erők eredőjével egyezik meg:

$\mathbf{F}_{eredő} = \Delta\mathbf{I}/\Delta t$ *szintén vektormennyiség*

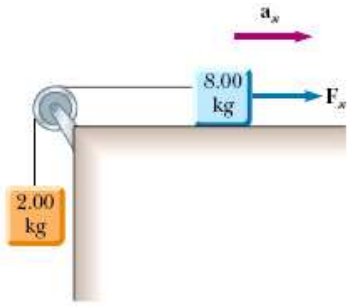
Általában $\mathbf{F}_{eredő} = m \cdot \mathbf{a}$ is igaz.

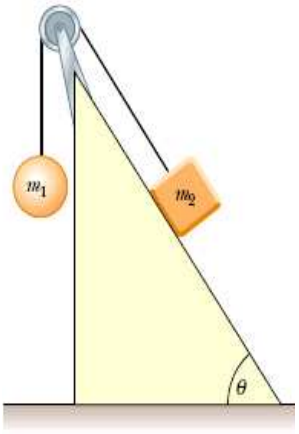
Newton III. axiómája („a hatás-ellenhatás elve" néven is ismert)

Ha az A test $\mathbf{F}_{AB}$ erővel hat a B testre, akkor B is hat A-ra ugyanakkora nagyságú, ellentétes irányú erővel. $\mathbf{F}_{BA} = -\mathbf{F}_{AB}$

5. gyakorlat

I. Az ábrán látható rendszerben a 8 kg-os testre F_x=10 N nagyságú vízszintes erő hat. (a) Hogyan fognak gyorsulni a testek? (b) Mekkora lesz a fonalat feszítő erő? A súrlódás elhanyagolható. (1 m/s^2, 18 N)





II. Egy m_1=2 kg és egy m_2=3 kg tömegű testet súlytalan fonál köt össze egy könnyű, súrlódásmentes csigán keresztül. A lejtő hajlásszöge θ=30°. Határozza meg (a) a testek gyorsulását és (b) a fonalat feszítő erőt! A súrlódás elhanyagolható. (1 m/s^2, 18 N)

III. Egy 50 N súlyú tégla alakú testet satuba fogunk. A satupofák 150 N nagyságú vízszintes erővel nyomják a testet. Az érintkező felületek között 0,5 a tapadási súrlódási együttható. Mekkora erővel lehet a testet felfelé kihúzni? (legalább 200 N-nal)

IV. Az asztal és a könyv felülete közötti tapadási és csúszási súrlódás együtthatója egyaránt 0,15. Mekkora gyorsulással mozog a 2 kg-os könyv, ha (a) 2,5 N nagyságú ill. ha (b) 25 N nagyságú vízszintes erővel toljuk? (0, 11 m/s^2)

V. Egy tehervagon ládákkal van megrakva, melyek rögzítetlenül vannak a padlóra téve. A ládák és a padló között a tapadási súrlódás együtthatója 0,25. A vonat kezdetben 48 km/h sebességgel mozog. Mekkora úton állhat meg anélkül, hogy a ládák a vagonban megcsússzanak? (legalább 35,6 m)

VI. Egy 0,5 kg tömegű fakocka vízszintes asztallapon nyugszik. A fakockát 4 N nagyságú erővel vízszintes irányban húzzuk. Mekkora a kocka gyorsulása, ha az asztallap és a kocka közötti csúszási súrlódás együtthatója 0,3? (5 m/s^2)

VII. Egy 0,5 kg tömegű fakocka vízszintes asztallapon nyugszik. A fakockát 4 N nagyságú erővel húzzuk, az erő a vízszintessel 60°-os szöget zár be. Mekkora a kocka gyorsulása, ha az asztallap és a kocka közötti csúszási súrlódási együttható 0,1? (3,69 m/s^2)

VIII. A teflonserpenyő és a rántotta között a tapadási súrlódási együttható kb. 0,04. Mekkora szöggel kell megdönteni a serpenyőt, hogy a rántotta megcsússzon az alján? (legalább 2,29°)

IX. Egy 30°-os lejtőre fel akarunk juttatni egy 400 N súlyú testet. Mekkora erőt kell alkalmazni, ha a csúszási súrlódás együtthatója 0,1, és az erő hatásvonala vízszintes irányú? (288 N)

Coulomb–Morin-féle törvény a súrlódási erőről

A súrlódási erő iránya olyan, hogy a felületek elcsúszását akadályozni igyekszik.

A csúszási súrlódási erő nagysága: $S_{cs} = \mu \cdot F_{ny}$, ahol F_{ny} a felületeket összenyomó erő.

A tapadási súrlódási erő nagysága: $0 \le S_t \le \mu_0 \cdot F_{ny}$.

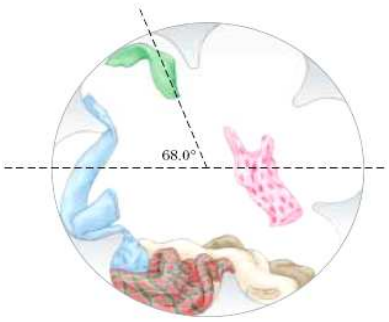
A felületeket összenyomó erő ellenereje a tartóerő, más néven a *pálya-nyomóerő*, ezért $S_{cs} = \mu \cdot T$ ill. $0 \le S_t \le \mu_0 \cdot T$ is igaz. *A súrlódási erő kiszámításához szükség van a tartóerő (azaz a pálya-nyomóerő) ismeretére.*

X. Egy útszakaszon R görbületi sugarú bukkanó, majd szintén R sugarú mélyedés található. Az úton egy gépkocsi halad egyenletes sebességgel. A bukkanó tetején a 70 kg tömegű sofőr által az ülésre kifejtett erő 0. Mekkora erőt fejt ki a sofőr az ülésre a mélyedés alsó pontján? (1400 N)

XI. Legfeljebb hány km/h sebességgel haladhat a kicsúszás veszélye nélkül a 300 m sugarú, vízszintes síkú körpályán a gépkocsi, ha a tapadási súrlódási együttható értéke 0,2? (88,2 km/h)

XII. Egy vízszintes síkú, 100 m sugarú körív alakú kanyarba érkező 1000 kg tömegű autó sebessége 108 km/h nagyságú. A tapadási súrlódás együtthatója 0,8, a csúszási súrlódásé pedig 0,5? Ki fog csúszni a gépkocsi? Milyen típusú és mekkora a fellépő súrlódási erő? (kicsúszik; csúszási, 5000 N)

XIII. Egy ruhaszárító gépnek 33 cm sugarú, vízszintes tengelyű dobja van, mely a tengelye körül állandó fordulatszámmal forog. A ruhadarabok az ábrán látható módon azon a ponton válnak el a dobtól, amit a középponttal 68°-os emelkedésű szakasz köt össze. Mekkora a fordulatszám? (50,6 fordulat/perc)



Ha tudjuk, hogy egy test egyenletes körmozgást végez, *akkor* a rá ható erők eredőjére igaz, hogy $\mathbf{F}_{eredő} = m \cdot \mathbf{a}_{cp}$

Ha tudjuk, hogy az erők eredője állandó nagyságú és mindig egy bizonyos középpont felé mutat, *akkor* a test $\mathbf{a}_{cp} = \mathbf{F}_{eredő} / m$ centripetális gyorsulással egyenletes körmozgást végez.

6. gyakorlat

I. Egy 40 kg-os dobozt vízszintes padlón 130 N-os állandó vízszintes erővel 3 m-rel odébb tolunk. A doboz és a padló között a csúszási súrlódási együttható 0,2. (a) Mennyi munkát végeztünk? Mennyi munkát végzett (b) a súrlódási erő, (c) a tartóerő és (d) a gravitációs erő? (e) Mennyivel változott meg a doboz mozgási energiája? (f) Mekkora a doboz végső sebessége? (390 J, -240 J, 0, 0, 150 J, 2,74 m/s)

II. Egy 15 kg-os téglát vízszintes betonon 70 N-os, a vízszintessel felfelé 20°-os szöget bezáró erővel 4 m-rel odébb húzunk. A tégla és a talaj között a csúszási súrlódási együttható 0,5. (a) Mennyi munkát végeztünk? Mennyi munkát végzett (b) a súrlódási erő, (c) a tartóerő és (d) a gravitációs erő? (e) Mennyivel változott meg a tégla mozgási energiája? (263 J, -252 J, 0, 0, 11,0 J)

III. Egy 10 kg-os ládát húzunk felfelé egy 5 m hosszú, 15° hajlásszögű lejtőn. A láda kezdősebessége 1,5 m/s. A húzóerő 100 N és párhuzamos a lejtővel. A láda és a lejtő között a csúszási súrlódási együttható 0,4. (a) Mennyi munkát végeztünk? Mennyi munkát végzett (b) a gravitációs erő és (c) a súrlódási erő a ládán? (d) Mennyivel változott meg a láda mozgási energiája? (e) Mekkora a láda sebessége az 5 m-es út végén? (500 J, -193 J, -129 J, 177 J, 6,08 m/s)

IV. Egy 10 kg-os ládát húzunk felfelé egy 5 m hosszú, 15° hajlásszögű lejtőn. A láda kezdősebessége 1,5 m/s. A húzóerő 100 N és vízszintes irányú. A láda és a lejtő között a csúszási súrlódási együttható 0,4. (a) Mennyi munkát végeztünk? Mennyi munkát végzett (b) a gravitációs erő és (c) a súrlódási erő a ládán? (d) Mennyivel változott meg a láda mozgási energiája? (e) Mekkora a láda sebessége az 5 m-es út végén? (483 J, -129,41 J, -245 J, 109 J, 4,90 m/s)

V. Egy 200 N súlyú ládát 150 N nagyságú erővel húzunk fel egy 30°-os lejtőn. Mennyi munkát végzünk 100 m út megtétele esetén, ha az erő hatásvonala 25°-os szöget zár be a lejtővel? (13600 J)

VI. Mekkora munkát végzünk, ha állandó nagyságú vízszintes irányú erővel egy 4 kg tömegű kockát nyugalomból 3 m/s sebességre gyorsítunk a vízszintes talajon 2 m-es úton? A talaj és a kocka közötti súrlódási együttható 0,3. (42 J)

VII. Vízszintes jégfelületen 7 m/s nagyságú sebességgel csúszik egy 2 kg tömegű szánkó. Mekkora úton áll meg? A jég és a szánkó között fellépő súrlódási együttható 0,1. (24,5 m)

A *munka* az erő- és az elmozdulás-*vektorok skaláris szorzata*: $W = \mathbf{F} \cdot \mathbf{d} = F \cdot d \cdot \cos\varphi$

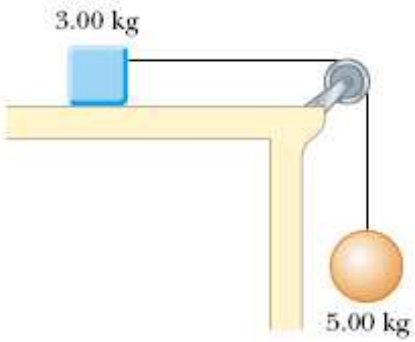
A tartóerő mindig 90°-ot zár be az elmozdulással, $\cos 90^o = 0$, ezért munkája *mindig 0*.

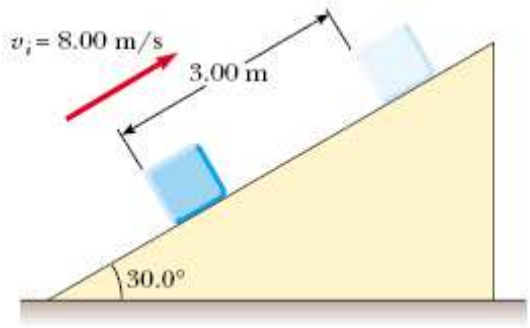
A csúszási súrlódási erő mindig 180°-ot zár be az elmozdulással, $\cos 180^o = -1$, ezért munkája $W_S = -S_{cs} \cdot d$

A mozgási energia: $E_{mozgási} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$

A munkatétel: $\Delta E_{mozgási} = \sum W$ vagy $E_{mozgási,\,új} = E_{mozgási,\,régi} + \sum W$

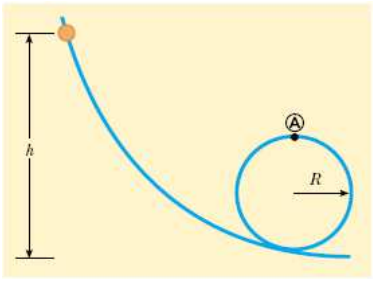
VIII. Az ábrán látható 3 kg-os téglatest és az asztallap között a csúszási súrlódási együttható 0,4. A rendszer nyugalomból indul. Mekkora az 5 kg-os gömb sebessége, amikor a kiindulópontnál 1,5 m-rel lejjebb van? (3,77 m/s)

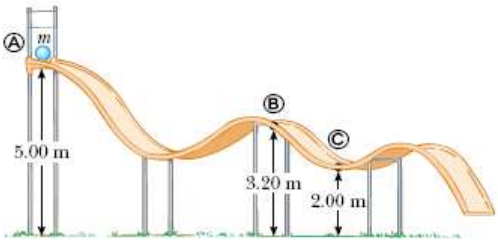




IX. Egy 5 kg-os téglát 8 m/s sebességgel indítunk felfelé egy 30°-os hajlásszögű lejtőn. A tégla 3 m megtétele után áll meg. (a) Mekkora a tégla mozgási energiájának megváltozása? (b) Mekkora a súrlódási erő? (c) Mekkora a csúszási súrlódási együttható? (0,654)

X. Az ábrán látható R=30 cm-es körben meghajlított drótpályán egy 5 g tömegű gyöngy csúszik végig súrlódás nélkül. A gyöngyöt h=105 cm magasságból engedjük el. (a) Mekkora a gyöngy sebessége az A pontban? (b) Mekkora erőt fejt ki a drót a gyöngyre az A pontban? (0,1 N lefelé)





XI. Egy 5 kg tömegű tekegolyót engedünk el az A pontból az ábrán látható súrlódásmentes pályán. Határozza meg a golyó sebességét a B és a C pontban! (6 m/s, 7,75 m/s)

XII. Egy 1000 N/m rugóállandójú, függőlegesen álló, könnyű rugót nyújtatlan hosszához képest összenyomunk 2 cm-rel, és ráhelyezünk egy 0,1 kg tömegű testet, majd magára hagyjuk őket. Milyen magasra repül fel a 0,1 kg tömegű test? (A közegellenállást hanyagoljuk el!) (0,18 m)

XIII. Futás közben egy lépés megtétele alatt testsúly-kilogrammonként kb. 0,6 J energiát használunk el. Milyen gyorsan fut az a 60 kg-os versenyző, aki 70 W teljesítményt „fogyaszt”? Tegyük fel, hogy a futó egy lépése 1,5 m hosszú. (2,92 m/s)

A helyzeti energia: $E_{helyzeti} = m \cdot g \cdot h$

A munkatétel helyzeti energiával megfogalmazva:

$$\Delta E_{mozgási} + \Delta E_{helyzeti} = \sum_{\text{kivéve a gravitáció munkája}} W$$

A rugalmas energia: $E_{rugalmas} = \frac{1}{2} D \cdot \Delta x^2$

A munkatétel még újabb alakban megfogalmazva:

$$\Delta E_{mozgási} + \Delta E_{helyzeti} + \Delta E_{rugalmas} = \sum_{\text{kivéve a gravitáció és a rugóerő munkája}} W$$

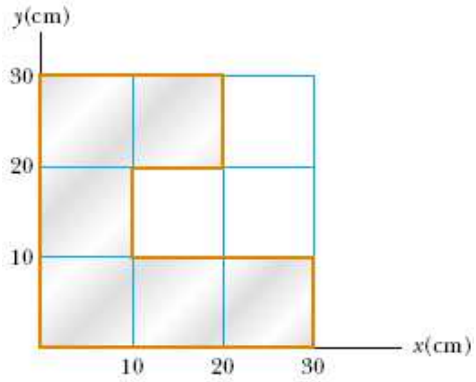
Teljesítmény a munka és az elvégzéséhez szükséges idő hányadosa: $P = \frac{W}{\Delta t}$

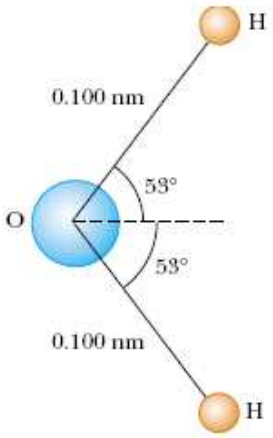
7. gyakorlat

I. Négy test helyezkedik el az y tengely mentén a következő módon: egy 2 kg-os 3 m-nél, egy 3 kg-os 2,5 m-nél, egy 2,5 kg-os az origóban és egy 4 kg-os -0,5 m-nél. Hol található a testek közös tömegközéppontja? [(0; 1 m)]

II. A Föld tömege $5{,}98 \cdot 10^{24}$ kg, a Holdé $7{,}36 \cdot 10^{22}$ kg. Középpontjaik között 384000 km a távolság. Milyen messze van a közös tömegközéppontjuk a Föld centrumától? (4670 km)

III. Az ábrán egy egyenletes vastagságú vaslap látható. Határozza meg tömegközéppontjának koordinátáit! [(11,7 cm, 13,3 cm)]



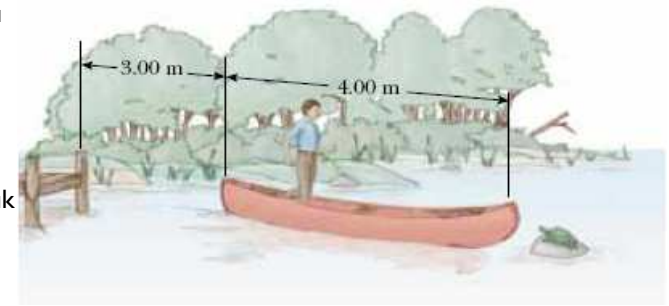


IV. Egy vízmolekula egy oxigén és két hidrogénatomból áll az ábrán látható módon. A két kötés hossza 0,1 nm, bezárt szögük 106°. Hol van a molekula tömegközéppontja? (Az oxigénatom tömege a hidrogénatom tömegének tizenhatszorosa) [($6{,}69 \cdot 10^{-3}$ nm, 0)]

V. Egyik végén rögzített, 10 m hosszú, elhanyagolható súlyú, kifeszített kötél egyik végéhez 1 kg-os tömeget rögzítünk. Ettől a végétől 1 m-re, 3 m-re, 6 m-re és a másik végpontban rendre 2 kg-os, 3 kg-os, 4 kg-os és 5 kg-os testet kapcsolunk. Hol van a rendszer tömegközéppontja? [(4,33 m, 0)]

VI. Egy 4 m oldalhosszúságú négyzet egyik átlójának végpontjaiban egy-egy 2 kg-os, a harmadik csúcsban egy 3 kg-os tömegpont van. Mekkora a negyedik csúcsban levő tömeg, ha a rendszer tömegközéppontja a negyedik csúcsba futó oldalaktól 1-1 m távolságra van? (13 kg)

VII. Egy 40 kg-os gyerek egy 70 kg tömegű, 4 m hosszú csónak móló felőli végén áll. A csónak kezdetben 3 m-re van a mólótól. A gyerek észrevesz egy teknősbékát a csónak másik vége közelében egy kövön, és elindul felé, hogy megfogja. (a) Milyen messze lesz a gyerek a mólótól, amikor eléri a csónak végét? (b) Meg tudja fogni a teknőst? Tegyük fel, hogy 1 m-re tud kinyúlni a csónakból.
(5,55 m, ☹)



VIII. Mekkora sebességgel mozog a két, egyaránt 3 m/s nagyságú sebességgel haladó golyóból álló rendszer tömegközéppontja. ha egyik golyó tömege kétszer akkora, mint a másiké, sebességeik pedig 104,5°-os szöget zárnak be? (2,00 m/s)

A tömegközéppont („súlypont”)
koordinátái:

$$x_S = \frac{m_1 \cdot x_1 + m_2 \cdot x_2 + \ldots + m_n \cdot x_n}{m_1 + m_2 + \ldots + m_n} \quad \text{és} \quad y_S = \frac{m_1 \cdot y_1 + m_2 \cdot y_2 + \ldots + m_n \cdot y_n}{m_1 + m_2 + \ldots + m_n}.$$

Minden mechanikai rendszer tömegközéppontja úgy mozog, mintha a rendszer egész tömege ebben a pontban lenne egyesítve, és a rendszerre ható összes *külső erő* erre a pontra hatna.

IX. Az eredetileg nyugvó 0,3 kg és 0,7 kg tömegű két kiskocsit a köztük levő összenyomott rugó ellentétes irányban szétlöki. A szétlökés után a 0,3 kg-os kiskocsi sebessége 3,5 m/s. Mekkora sebességgel mozog a másik kiskocsi? Mennyi az egymáshoz viszonyított sebességük? Hány cm-rel volt a 1000 N/m rugóállandójú rugó összenyomva? (1,5 m/s, 5 m/s, 7,25 cm)

X. Egy nagy sebességű stroboszkopikus felvételről az olvasható le, hogy egy golfütő sebessége 55 m/s, mielőtt megüti a labdát, ezután 40 m/s. Az ütő fejének tömege 20 dkg, a labdáé 46 g. Mekkora sebességgel üti el az ütő a golflabdát? (65,2 m/s)

XI. Egy íjász olyan 0,3 kg tömegű céltáblára lő, mely légpárnás sínen mozog felé 2,5 m/s sebességgel. A 2,25 dkg tömegű nyilat 35 m/s sebességgel lövi ki. A céltáblát megállítja a becsapódás. A nyíl keresztülhatol a céltáblán. Mekkora a sebessége ezután? (1,67 m/s)

XII. Egy tavon 240 kg tömegű csónak 2 m/s nagyságú sebességgel halad. Mekkora sebességgel ugorjon ki hozzá belőle a csónakban egyedül utazó 60 kg tömegű ember, hogy a csónak éppen megálljon? (10 m/s)

XIII. Egy 25 t tömegű vasúti kocsi 4 m/s sebességgel mozog, és utolér három másik ugyanilyen összekapcsolt kocsit, melyek 2 m/s sebességgel haladnak. Ezután a négy kocsi együtt mozog tovább. (a) Mekkora a négy kocsi közös sebessége? (b) Mennyi mozgási energia „vész el" az ütközés során? (2,5 m/s, 37500 J)

XIV. Az 1 dm élhosszúságú vaskocka ugyanakkora méretű ólomkockával ütközik. Mekkora lesz az ütközés utáni közös sebességük, ha ütközéskor összetapadnak, előtte pedig egyaránt 2 m/s nagyságú sebességgel, egymással szemben mozogtak? (A vas sűrűsége 7860 kg/m^3, az ólomé 11300 kg/m^3.) (0,36 m/s)

XV. Egy 1 m hosszú fonálon lógó 20 kg-os nyugvó homokzsákba 10 g-os golyót lövünk vízszintes sebességgel. Mekkora volt a golyó sebessége, ha benne marad a zsákban, és az együttes kezdősebességük nagysága 0,1 m/s? Milyen szögig lendül ki az inga? (200,1 m/s, 1,81°)

XVI. Kötélen függő, 10 kg tömegű homokzsákba 5 g-os lövedék csapódik vízszintes irányú, 500 m/s nagyságú sebességgel, és benne is marad. Mennyi munkát végzett a zsák a lövedéken az ütközés alatt? (-624,99 J, 0,2499 m/s)

XVII. Egy billiárdgolyó 5 m/s sebességgel tökéletesen rugalmasan nekiütközik egy másik ugyanolyan, nyugvó golyónak. Az ütközés után az első golyó az eredeti iránnyal 30°-os szöget bezáró irányban mozog tovább. Milyen irányban és mekkora sebességgel mozog a meglökött golyó? [(1,25 m/s, -2,17 m/s)]

XVIII. Egy 0,5 kg tömegű, 4 m/s sebességű tömegpontnak tekinthető golyó tökéletesen rugalmasan és centrálisan ütközik egy kétszer akkora, nyugalomban levő testtel. Mekkora lesz a golyók sebessége az ütközés után? (1,33 m/s, 2,67 m/s)

A lendületmegmaradás törvénye két test *bármilyen* ütközésénél:

$$\overbrace{m_1 \cdot \mathbf{u}_1 + m_2 \cdot \mathbf{u}_2}^{\text{Ütközés előtt}} = \underbrace{m_1 \cdot \mathbf{v}_1 + m_2 \cdot \mathbf{v}_2}_{\text{Ütközés után}}$$ Vektoregyenlet, a sebességek *iránya is* számít.

Tökéletesen rugalmatlan ütközés: a lendület megmarad *és testek együtt mozognak tovább*, azaz $\mathbf{v}_1 = \mathbf{v}_2$

Tökéletesen rugalmas ütközés: a lendület *és a mozgási energia is megmarad*, azaz

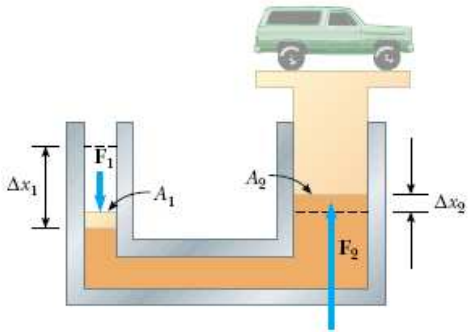
$$\overbrace{\tfrac{1}{2} m_1 \cdot u_1^2 + \tfrac{1}{2} m_2 \cdot u_2^2}^{\text{Ütközés előtt}} = \underbrace{\tfrac{1}{2} m_1 \cdot v_1^2 + \tfrac{1}{2} m_2 \cdot v_2^2}_{\text{Ütközés után}}$$ Skaláregyenlet, a sebességeknek *csak a nagysága* számít.

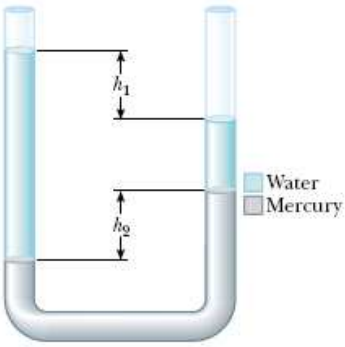
8. gyakorlat

I. Egy repülőgép tömege 16 t, és szárnyainak területe egyenként 40 m^2. Vízszintes repülés közben a szárnyak alsó felületére $7 \cdot 10^4$ Pa nyomás hat. Mekkora nyomás hat a szárnyak felső felületére? (68000 Pa)

II. Legalább mekkora erővel kell a hajó oldalán, a vízfelszín alatt 4 m-re lévő, 1,2 dm^2 keresztmetszetű lékhez szorítani a deszkát, hogy a víz ne áramoljon be a hajó belsejébe? (480 N)

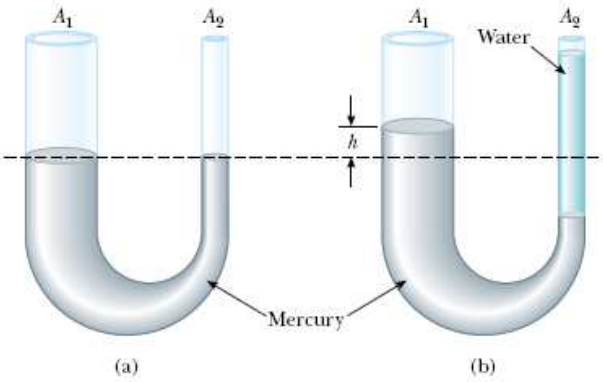
III. Egy hidraulikus emelő kisebbik dugattyújának keresztmetszete 3 cm^2, a nagyobbiké 200 cm^2. Mekkora erőt kell kifejteni a kisebbik dugattyúra, egy 15 kN súlyú teher emeléséhez? Mennyi munkavégzés árán lehet a terhet 10 cm-rel megemelni az emelővel? És emelő nélkül? (225 N, 1500 J, 1500 J)





IV. Az ábrán látható egyenletes keresztmetszetű U alakú csőben kezdetben csak higany van. Mindkét csőrészbe vizet öntünk. A beálló egyensúlyi állapotban a higanyszint a jobb oldali ágban 1 cm-rel van feljebb, mint a bal oldali ágban. Mennyivel van feljebb a vízszint a bal oldali ágban, mint a jobb oldaliban? (12,6 cm)

V. Az ábrán látható U alakú csőben higany van. A bal oldali ág keresztmetszete 10 cm^2, a jobb oldalié 5 cm^2. A jobb oldali csőrészbe 1 dl vizet öntünk.
(a) Milyen magas lesz a vízoszlop? (b) Mennyivel emelkedik meg a higany a bal ágban? (0,49 cm)



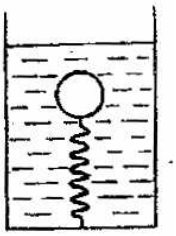
A feladatokban előforduló anyagok sűrűségei: higany — 13,6 g/cm^3

A nyomás definíciója: $p = F_{nyomó} / A_{nyomott}$.
A hidrosztatikai nyomás („rétegnyomás") a folyadékok és gázok súlyából származó nyomás:
$p_{réteg} = h \cdot \rho \cdot g$.
U alakú cső, hidraulikus emelő stb.: közlekedőedények.
A közlekedőedények ágainak alján a nyomások megegyeznek.

VI. Egy ballon 400 m^3 héliummal van megtöltve. Milyen tömegű rakományt tud felemelni? (446 kg)

VII. Egy pingponglabda átmérője 3,8 cm, átlagsűrűsége 0,084 g/cm^3. Milyen erővel lehet teljes egészében víz alatt tartani? (0,263 N)

VIII. Számítsa ki, hány darab 30 cm átmérőjű, héliummal töltött léggömb képes Önt felemelni! Tegye fel, hogy egy léggömb anyaga 5 grammot nyom! (6974, ha a tömege 75 kg)



IX. A 6 cm átmérőjű parafagolyót egy rugóval vízzel telt edény fenekéhez rögzítjük. Mekkora a rugó megnyúlása? (D=22,1 N/m) (0,0409 m)

X. A 0,8 kg/dm^3 sűrűségű fából készült téglatest élei 30 cm, 20 cm, ill. 10 cm hosszúak. Mekkora tömegű vasdarabot erősíthetünk hozzá, hogy a rendszer ne süllyedjen el a vízben? (1,37 kg)

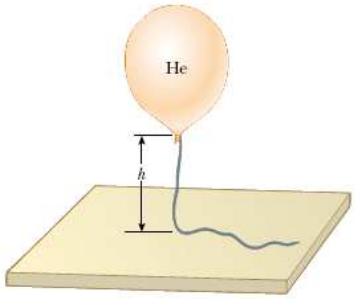
XI. Meddig merül a vízbe egy 20 cm×10 cm×3 cm méretű, 600 kg/m^3 sűrűségű deszka, ha alul 1,2 N súlyú, 2500 kg/m^3 sűrűségű kődarabot akasztunk rá? (térfogatának 72 %-áig)

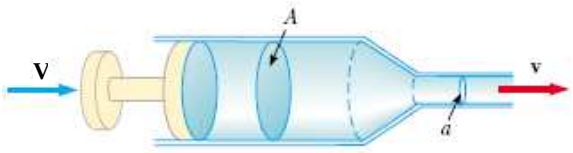
XII. Egy 650 kg/m^3 sűrűségű fából készült, 20 cm oldalú kocka a vízen úszik. (a) Milyen magasságú része áll ki a vízből? (b) Mennyi súlyt kell ráhelyezni, hogy teljes egészében a vízbe merüljön? (0,07 m, 28 N)

XIII. Egy műanyag golyó úgy úszik a vízen, hogy térfogatának 50 %-a merül bele. Ugyanez a gömb térfogatának 40 %-ával merül a glicerinbe. Határozza meg a gömb és a glicerin sűrűségét! (500 kg/m^3, 1250 kg/m^3)

XIV. Egy tóban 3 dm élhosszúságú, 9 kg tömegű műanyag kockákat bójának használva jelölik ki a strandolásra alkalmas területet. A bójákat elhanyagolható tömegű kötéllel úgy rögzítik a tó fenekéhez, hogy magasságuk egyharmada van a vízszint felett. Mekkora erő feszíti a kötelet? (90 N)

XV. Egy héliummal töltött léggömb sugara 40 cm, és egy 2 m hosszú, 5 dkg tömegű zsinórral van megkötve. Amikor elengedjük, úgy lebeg, hogy a zsinór egy h hosszú részét is megtartja. Határozza meg h-t! A léggömb anyaga 0,25 kg tömegű. (0,513 m)





XVI. Egy injekciós fecskendőben körülbelül a vízzel megegyező sűrűségű oltóanyag van. A fecskendő tartályának keresztmetszete 0,25 cm^2, a tűé 0,01 mm^2. Határozza meg, mekkora sebességgel lövelli ki a fecskendő az orvosságot, ha vízszintesen tartva, a dugattyúját 0,5 cm/s sebességgel toljuk. (12,5 m/s)

XVII. A kertek locsolására használatos tömlő sugara 1,5 cm. Mekkora sebességgel áramlik ki a 0,5 cm átmérőjű szórófejen a víz, ha a tömlőben 2 m/s az áramlási sebesség nagysága? (72 m/s)

A feladatokban előforduló anyagok sűrűségei: hélium — 0,1786 kg/m^3, levegő — 1,293 kg/m^3, parafa — 200 kg/m^3, vas — 7860 kg/m^3, jég — 900 kg/m^3

A felhajtóerő Arkhimédész törvénye szerint: $F_{felhajtó} = G_{kiszorított\ folyadék} = \rho_{folyadék} \cdot V_{kiszorított} \cdot g$

A folyadékok folytonossági egyenlete: $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$

9. gyakorlat

I. Egy 5 literes edényben 20°C hőmérsékletű és 9 atmoszféra nyomású gáz van. (a) Hány mól gáz és (b) hány gázmolekula van az edényben? (1,85 mol, $1{,}11 \cdot 10^{24}$)

II. Egy előadóterem méretei 20 m×30 m×10 m. Hány levegőmolekula tölti meg a termet 20°C hőmérsékleten és 101 kPa nyomáson? ($1{,}49 \cdot 10^{29}$)

III. Egy palackban 0,1 m^3 héliumot tárolunk 150 atmoszféra nyomáson. Hány léggömböt lehet ennyi gázzal felfújni, ha a ballonok átmérője 30 cm és bennük a gáz nyomása 1,2 atmoszféra? (884)

IV. Egy kétliteres kuktába 9 g vizet öntünk, majd lezárjuk és feltesszük forrni. Mekkora lesz a nyomás az edényben, amikor hőmérséklete eléri az 500°C-ot? A külső hőmérséklet 20°C. ($1{,}87 \cdot 10^6$ Pa)

V. Egy 110 literes ballonban 0,8 kg hidrogén és 1,6 kg oxigéngáz van. Mekkora a keverék nyomása 27°C hőmérsékleten? ($1{,}02 \cdot 10^7$ Pa)

VI. Két gramm egyatomos gáz 0°C-on és $8 \cdot 10^5$ Pa nyomáson 1417 cm^3 térfogatú. Melyik ez a gáz? (A hélium.)

VII. Egy 12 ℓ-es palackban 400 g tömegű, 16°C hőmérsékletű, 2,5 MPa nyomású, kétatomos gáz van. Melyik ez a gáz? (Az oxigén.)

VIII. Határozza meg a szén-monoxid (CO) gáz sűrűségét 27°C hőmérsékleten és 10^5 Pa nyomáson! (1,12 kg/m^3)

IX. Hány °C a hőmérséklete a 132 g tömegű CO_2-gáznak, ha belső energiája 20,8 kJ? Mekkora a gázban az egy részecskére jutó, haladó mozgásból származó átlagos energia? ($6{,}93 \cdot 10^{-21}$ J)

X. Egy gumiabroncsot 10°C hőmérsékleten, légköri nyomású levegővel pumpálunk fel. A pumpálás folyamán a levegőt eredeti térfogatának 28 %-ára préseljük össze, eközben a hőmérséklete 40°C-ra emelkedik.
(a) Mekkora lesz a nyomás az abroncsban? Gyors közlekedés közben az abroncsban a levegő hőmérséklete 85°C-ra emelkedik, a gumi térfogata pedig megnő 2 %-kal. (b) Mennyi ezután a kerék nyomása?
($3{,}95 \cdot 10^5$ Pa, 4,43 ·105 Pa)

XI. Egy búvár 25 m-rel a tenger felszíne alatt, ahol a hőmérséklet 5°C, kifúj egy 1 cm^3-es levegőbuborékot. Mekkora lesz a buborék térfogata, mire eléri a felszínt, ahol a hőmérséklet 20°C?
A tengervíz sűrűsége 1025 kg/m^3. (3,76 cm^3)

XII. Egy palackban levő oxigéngáz nyomása 18°C-on 12 MPa. Legfeljebb hány °C-ra melegedhet fel a palackban levő oxigén, ha a palack 16 MPa-nál nagyobb nyomást nem bír ki? (115°C)

XIII. Egy 20 dm^3-es gázpalackban 260 g tömegű, 20°C hőmérsékletű, 300 kPa nyomású gáz van. A gáz egy részét elhasználtuk. Miután a bennmaradt gáz újra felvette a 20°C-os szobahőmérsékletet, a nyomásmérő 240 kPa nyomást mutat. Hány gramm gázt használtunk el? (52,1 g)

XIV. Merev falú, 1 ℓ térfogatú tartályban 27°C hőmérsékletű, 100 kPa nyomású hidrogén gáz (H_2) van. Hány mol gáz van az edényben? Mekkora ebben az állapotban a gáz belső energiája? A gáz nyomását (melegítéssel) 2-szeresre változtatjuk. Mennyi a végállapot hőmérséklete °C-ban? Mennyivel változott meg a melegítés során a gáz belső energiája? (0,0401 mol, 250 J, 327 K, 250 J)

A feladatokban előforduló anyagok móltömegei: atomos hidrogén — 1 g/mol, hélium — 4 g/mol, atomos oxigén — 16 g/mol, szén — 12 g/mol, levegő — átlagosan 29 g/mol

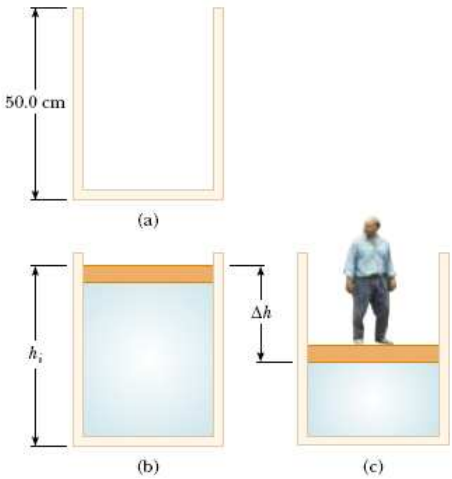
Állapotjelzők: p, V, n, T (Kelvinben kell behelyettesíteni!).
n: a mólok száma, egy mólban N_A=6 ·10^{23} részecske van
Az egyetemes gázállandó: R=8,314 J/mol ·K
A gázok állapotegyenlete: $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$
Az egyesített gáztörvény bezárt gázok állapotváltozásaira: $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$
A gázok belső energiája: $E_b = \frac{f}{2} n \cdot R \cdot T$

XV. Egyik végén zárt, vízszintes üvegcsőben levő 40 cm hosszú légoszlopot a másik végén 20 cm hosszú higanyoszlop zár le. Milyen hosszú lesz a légoszlop, ha az üvegcsövet nyitott végével felfelé, függőlegesen tartjuk? (A higany sűrűsége 13600 kg/m^3, a külső légnyomás 10^5 Pa.) (31,5 cm)

XVI. Függőleges tengelyű, 10 cm^2 keresztmetszetű hengerben 5 liter gázt zár el egy könnyen mozgó, 1 kg tömegű dugattyú. A henger fala jó hővezető. Mekkora lesz a bezárt levegő térfogata, ha a hengert (vízszintes tengely körül) 180°-kal elforgatjuk? A dugattyú eredetileg felül helyezkedett el, a külső légnyomás 10^5 Pa. (6,11 ℓ)

XVII. Egy leeresztett hőlégballonnak és rakományának tömege 200 kg. A külső levegő hőmérséklete 10°C, nyomása 101 kPa. A ballont 400 m^3 meleg levegővel töltjük meg. Milyen hőmérsékletűre kell melegítenünk a levegőt, hogy a ballon felszálljon? (A 10°C-os levegő sűrűsége 1,25 kg/m^3.) (197°C)

XVIII. Az ábrán látható 40 cm átmérőjű, 50 cm magas hengert kezdetben 20°C-os, 1 atmoszféra nyomású levegő tölti ki (*a* ábra). Ezután a hengert lezárjuk egy 20 kg tömegű dugattyúval (*b* ábra), ami összenyomja a hengerbeli levegőt. Végül a dugattyúra rááll egy 75 kg-os ember (*c* ábra), amitől a levegő még jobban összenyomódik, de továbbra is 20°C-os marad.
(a) Mennyivel süllyed meg a dugattyú, amikor az ember rálép?
(b) Milyen hőmérsékletre melegítsük a levegőt a hengerben, hogy a dugattyú újra az eredeti h_i magasságba emelkedjék?
(2,74 cm, 42,3°C)



A feladatokban előforduló anyagok móltömegei: atomos hidrogén — 1 g/mol, hélium — 4 g/mol, atomos oxigén — 16 g/mol, szén — 12 g/mol, levegő — átlagosan 29 g/mol

Állapotjelzők: p, V, n, T (Kelvinben kell behelyettesíteni!).
n: a mólok száma, egy mólban N_A=6 ·10^{23} részecske van
Az egyetemes gázállandó: R=8,314 J/mol ·K
A gázok állapotegyenlete: $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$
Az egyesített gáztörvény bezárt gázok állapotváltozásaira: $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$
A gázok belső energiája: $E_b = \frac{f}{2} n \cdot R \cdot T$

10. gyakorlat

I. Egy rézből készült régimódi telefonvezetéknek téli napokon, -20°C-os hidegben gyakorlatilag nincs belógása az egymástól 35 m-re levő oszlopok között. Mennyivel hosszabb a vezeték 35°C-os kánikulában? (3,3 cm)

II. Egy útszakasz betonalapját 25 m-es darabokból készítik el. A darabokat 10°C-on öntik ki és szilárdítják meg. Legalább mekkora réseket kell hagyni az egyes darabok között, hogy az út még 50°C-os melegben se púposodjon fel? (1,2 cm)

III. Egy sárgaréz gyűrűt, melynek belső átmérője 20°C-on 10 cm, felmelegítünk, és ráhúzzuk egy 10,01 cm átmérőjű alumínium rúdra. Milyen hőmérsékleten lehetséges ez? Milyen hőmérsékletre kell lehűteni a rendszert, hogy a gyűrűt le lehessen húzni a rúdról? (72,6°C, -179°C)

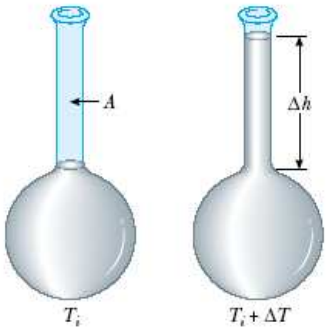
IV. Egy vörösréz lemezbe 8 cm oldalhosszúságú négyzetes lyuk van vágva. Mennyivel változik meg a lyuk területe, ha 50 K-nel megemeljük a hőmérsékletet? (0,109 cm^2)

V. Egy 100 literes acéltartályt 10°C-on teljesen megtöltünk szén-tetrakloriddal. Mennyi folyadék folyik ki az edényből, ha a hőmérséklet 30°C-ra emelkedik? (1,10 ℓ)

VI. Egy üreges alumínium henger 20 cm mély, és 20°C-on 2 liter űrtartalmú. Teljesen megtöltjük terpentinnel, majd lassan 80°C-ra melegítjük. (a) Mennyi terpentin folyik ki? (b) Ha a rendszert visszahűtjük 20°C-ra, mennyivel lesz a folyadékszint az edény pereme alatt? (0,0994 ℓ, 0,92 cm)

VII. Egy hallgató acél mérőszalaggal 20°C-on megméri egy sárgaréz rúd hosszát. 95 cm-t olvas le a szalagról. Milyen hosszat olvasna le (a) -15°C-on és (b) 55°C-on? (95,097 cm, 95,026 cm)

VIII. Az ábrán látható higanyos hőmérő csövének átmérője 0,004 cm, tartályának átmérője 0,25 cm. Mennyivel nő meg a higanyszint a csőben 30°C hőmérséklet-emelkedésre? Az üveg hőtágulását hanyagolja el! (3,56 cm)



IX. Higanyt melegítve azt tapasztaljuk, hogy sűrűsége 3,5%-kal csökken. Ugyanilyen hőmérséklet-változásnak kitéve hány %-kal csökken a vas sűrűsége? (0,7%)

A feladatokban előforduló szilárd anyagok hőtágulási együtthatói:
acél — $11\cdot10^{-6}$ 1/°C, alumínium — $24\cdot10^{-6}$ 1/°C, beton — $12\cdot10^{-6}$ 1/°C, sárgaréz — $19\cdot10^{-6}$ 1/°C, vas — $11{,}7\cdot10^{-6}$ 1/°C, vörösréz — $17\cdot10^{-6}$ 1/°C
A feladatokban előforduló folyadékok térfogati hőtágulási együtthatói:
higany — $1{,}82\cdot10^{-4}$ 1/°C, terpentin — $9\cdot10^{-4}$ 1/°C, szén-tetraklorid — $5{,}81\cdot10^{-4}$ 1/°C

Szilárd testek hossz-, felület- és térfogatméreteinek változása ΔT hőmérséklet-változás hatására:

$$\ell' = \ell(1+\alpha\cdot\Delta T)$$

$$A' = A(1+2\alpha\cdot\Delta T)$$

$$V' = V(1+3\alpha\cdot\Delta T)$$

A folyadékok térfogatának változása ΔT hőmérséklet-változás hatására:

$$V' = V(1+\beta\cdot\Delta T)$$

11. gyakorlat

I. Egy 525 g tömegű ezüsttömb hőmérséklete 10°C-kal emelkedik meg, ha 1,23 kJ hőt adunk át neki. Mekkora az ezüst fajhője? (234 J/kg°C)

II. Egy 50 g-os rézdarab hőmérséklete 25°C. Mekkora lesz a hőmérséklete, ha 1200 J hőt közlünk vele? (87°C)

III. Egy 1,5 kg tömegű, 600°C hőmérsékletű patkót (anyaga vas) vízbe dobunk. A víz jó hőszigetelő edényben van, tömege 20 kg, hőmérséklete 25°C. Mekkora lesz a rendszer végső hőmérséklete? (29,6°C)

IV. Egy kovács az 5 kg tömegű, 600°C-os munkadarabot 18°C-os vízbe mártva kezdi hűteni. Mennyi vizet használ, ha a vasat 60°C-osra tudja lehűteni? (6,88 kg)

V. A 20°C-os, 300 J/K hőkapacitású kaloriméterbe 1 dl 50°C-os vizet és 0,5 kg 10°C-os alkoholt töltünk. Határozza meg a kialakuló közös hőmérsékletet! (20,3°C)

VI. A kávéfőzőből kifolyó 60 ml, 80°C-os kávét 50 J/K hőkapacitású, 20°C-os csészébe töltjük, majd beleöntünk 30 ml, 10°C-os tejet. Elkeveredés után mekkora lesz a közös hőmérséklet?
(A kávé és a tej sűrűségét és fajhőjét vegye azonosnak a víz sűrűségével és fajhőjével!) (52,4°C)

VII. Mennyi idő alatt lehet az 1 kW teljesítményű fűtőszállal 3 dl 4°C-os vizet elforralni?
(799 s)

VIII. Mennyi hőre van szükség ahhoz, hogy egy 40 g-os jégkockát -10°C-ról 110°C-ra melegítsünk?
(122000 J)

IX. Egy 50 g-os réz kaloriméterben 250 g 20°C-os víz van. Mennyi 100°C-os gőzt vezessünk bele, hogy végső hőmérséklete 50°C legyen? (13,0 g)

X. Egy 1 kg-os 20°C-os réztömböt 77,3 K hőmérsékletű (forrásponton levő) folyékony nitrogénbe dobunk. Mennyi nitrogén forr el, mire a réz 77,3 K-re hűl? (3,27 kg)

XI. Egy hőszigetelt edényben összekeverünk 250 g 0°C-os jeget 600 g 18°C-os vízzel.
Mekkora lesz a beálló közös hőmérséklet? (0°C)

XII. Egy edénybe, melyben 200 g 5°C-os víz van, 100 g 77,3 K hőmérsékletű (forrásponton levő) nitrogént öntünk. A nitrogén elforr, és elpárolog a vízből. Mennyi víz fagy meg? (semennyi)

XIII. Mekkora tömegű 20°C-os vizet lehet 100 g, 100°C-os (10^5 Pa nyomású) vízgőzzel 80°C-osra melegíteni?
(933 g)

XIV. Mennyi 0°C-os jeget lehet megolvasztani 1 kg 100°C-os vízgőzzel?
(8,04 kg)

XV. Mennyi 0°C-os jeget kell dobni a 250 g, 25°C hőmérsékletű vízszerű italba, hogy hőmérséklete 15°C-ra csökkenjen? (26,4 g)

A feladatokban előforduló anyagok fajhői: alkohol — 2400 J/kg·°C, alumínium — 900 J/kg·°C, jég — 2090 J/kg·°C, vas — 448 J/kg·°C, víz — 4186 J/kg·°C, vízgőz — 2010 J/kg·°C, vörösréz — 387 J/kg·°C
A jég olvadáshője: $3{,}33 \cdot 10^5$ J/kg
A feladatokban előforduló anyagok forráshői:
víz — $2{,}26 \cdot 10^6$ J/kg, folyékony nitrogén — $2{,}55 \cdot 10^4$ J/kg

ΔT hőmérséklet-változáskor $\Delta Q = c \cdot m \cdot \Delta T$ hőfelvétel történik.
Olvadáskor: $\Delta Q = L_o \cdot m$, fagyáskor: $\Delta Q = -L_o \cdot m$.
Forrás esetén: $\Delta Q = L_f \cdot m$, lecsapódáskor: $\Delta Q = -L_f \cdot m$
Hőszigetelt rendszerben a hőcserék összege nulla: $\sum \Delta Q = 0$

12. gyakorlat

I. Egy részecske harmonikus rezgőmozgást végez az x_1=5 cm és az x_2=12 cm határok között. Maximális sebessége 4,5 m/s. Határozzuk meg a rezgés frekvenciáját és a maximális gyorsulást! (20,5 Hz, 579 m/s^2)

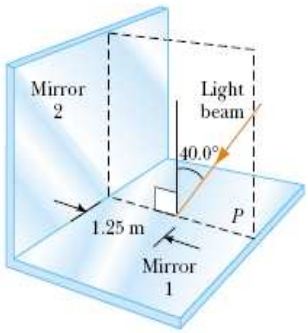
II. Egy test 3 cm-es amplitúdójú harmonikus rezgőmozgást végez. A test az egyensúlyi helyzeten való áthaladás után 0,1 s múlva az egyensúlyi helyzettől 2 cm távolságra van. Mekkora a rezgés periódusideje, és mekkora a test sebességének nagysága 2 cm-re az egyensúlyi helyzettől? (1,16 s, 0,121 m/s)

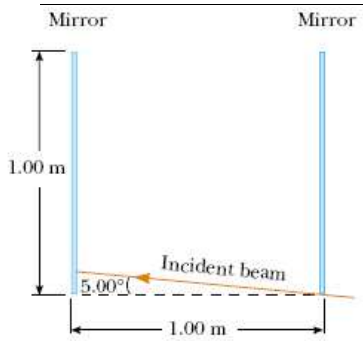
III. A harmonikus rezgőmozgást végző test az egyensúlyi helyzettől a szélső helyzetig tartó távolság első felét 0,2 s alatt teszi meg. Mennyi idő alatt teszi meg a távolság második felét? (0,4 s)

IV. Egy 50 g-os tömegpont 14,14 cm amplitúdójú, 1 Hz frekvenciájú harmonikus rezgést végez. Mekkora kitérés esetén egyezik meg a rugalmas energia a mozgás energiájával? (10 cm)

Harmonikus rezgőmozgás akkor jön létre, ha egy testre $F_{eredő} = -D \cdot x$ eredő erő hat.
Ekkor a test mozgását kinematikailag a következő egyenletek írják le:
$x(t) = x_{max} \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) = A \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)$, $v(t) = v_{max} \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi) = A\omega \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi)$ és
$a(t) = -a_{max} \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) = -A\omega^2 \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)$
A rezgő rendszer összes mechanikai energiájának kiszámítási módjai:
$E_{össz} = \frac{1}{2} m \cdot v^2 + \frac{1}{2} D \cdot x^2 = \frac{1}{2} m \cdot v_{max}^2 = \frac{1}{2} D \cdot x_{max}^2$, amiből az is következik, hogy $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$

V. Az ábrán látható két tükör derékszög alatt találkozik. Egy függőleges síkból érkező fénysugár a P pontban éri el az 1-es tükröt. (a) Mekkora utat tesz meg a fény
P és a második tükör között? (b) Merrefelé tart a fénysugár, miután visszaverődik a 2-es tükörről? (1,95 m)





VI. Hányszor fog visszaverődni a beeső fénysugár az ábrán látható párhuzamos tükrök között? (11)

VII. A hélium-neon lézer fénye vörös, hullámhossza levegőben 632,8 nm. (a) Mekkora a frekvenciája?
(b) Mekkora a hullámhossza 1,5 törésmutatójú üvegben? (c) Mekkora a fénysebesség ebben az üvegben? ($4{,}74 \cdot 10^{14}$ Hz, 422 nm, $2 \cdot 10^{8}$ m/s)

VIII. Egy nátriumlámpa keskeny fénynyalábja, melynek hullámhossza 589 nm, 35°-os beesési szöggel vízfelszínnel találkozik.
(a) Mekkora lesz a törési szög? (b) Mekkora a fény sebessége vízben? (25,6°, $2{,}26 \cdot 10^{8}$ m/s)

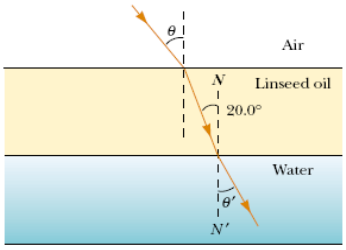
IX. Egy búvár a vízszintestől fölfelé 50°-os irányban látja a Napot a víz alól.
Valójában mekkora szöggel áll a látóhatár fölött a Nap? (31,3°)

X. Egy víz alatt haladó fénysugár koronaüveg tömbbel találkozik. A törési szög 19,6°. Mekkora a beesés szöge? (22,5°)

XI. Egy lézernyalábot 30°-os beesési szög alatt kukoricaszirup-oldatra irányítunk. A törési szög 19,24° lesz. Mekkora a kukoricaszirup-oldat törésmutatója? (1,52)

XII. Egy víz alatt haladó fénysugár egy átlátszó műanyag tömbbel találkozik. A beesési szög 37°, a törési szög 25°. Mekkora a fény sebessége a műanyagban? ($1{,}58 \cdot 10^{8}$ m/s)

XIII. Az ábrán látható fénysugár 20°-os beesési szöggel érkezik a lenolaj-réteg és a víz határára.
(a) Mekkora θ szöggel érkezett a levegőből a lenolajra és (b) mekkora lesz a θ' törési szöge a vízben? (30,4°, 22,4°)



XIV. Határozza meg a teljes visszaverődés határszögét
(a) gyémántra, (b) flintüvegre és (c) jégre. Tételezze fel, hogy az anyagok levegővel vannak körülvéve! (24,4°, 37,0°, 49,8°)

XV. Ismételje meg az előző feladat számításait arra az esetre, ha az anyagok vízbe vannak helyezve!
(33,3°, 53,3°, 80,1°)

XVI. Határozza meg a forró aszfalt felett fölhevült levegő törésmutatóját a következő délibáb-jelenségből:
Egy teherautó vezetője, akinek szemmagassága 2 m az út fölött, víztócsát lát maga előtt az úton, a vízszintessel lefelé 1,2°-os szöget bezáró irányban. Az út természetesen száraz, a tócsa képzetét a forró levegő határán teljes visszaverődést szenvedő fény kelti. A levegő törésmutatója az aszfalttól távol 1,0003. Mekkora a törésmutató közvetlenül az úttest fölött? (1,00008)

A feladatokban előforduló törésmutatók: flintüveg — 1,66; gyémánt — 2,42; jég — 1,31; koronaüveg — 1,52; lenolaj — 1,48; víz — 1,33

A törésmutató definíciója: $n_{közeg} = c_{vákuum} / c_{közeg}$

A Snellius–Descartes-törvény a fény törésére: $n_1 \cdot \sin(\alpha_1) = n_2 \cdot \sin(\alpha_2)$

XVII. Határozza meg, hogy hol alkot képet egy 40 cm görbületi sugarú homorú gömbtükör (a) egy 40 cm-re, (b) egy 20 cm-re és (c) egy 10 cm-re levő tárgyról! Valósak vagy virtuálisak ezek a képek? Egyenes vagy fordított állásúak? Mekkora a nagyítás az egyes esetekben? (40 cm, valós, fordított, -1; nincs kép; -20 cm, virtuális, egyenes, 2)

XVIII. Két kórházi folyosó kereszteződésében domború gömbtükröt szereltek a falra az ütközések megelőzése végett. A tükör görbületi sugara 0,55 m. Hol fog keletkezni a képe egy, a tükörtől 10 m-re levő betegnek? Jellemezze a képet! Mekkora a nagyítás? (-27,4 cm, virtuális, egyenes, 0,00274)

XIX. Egy gyűjtőlencse fókusztávolsága 20 cm. Milyen képtávolságra képez le a lencse (a) egy 40 cm-re, (b) egy 20 cm-re és (c) egy 10 cm-re levő tárgyat? Valósak vagy virtuálisak ezek a képek? Egyenes vagy fordított állásúak? Mekkora a nagyítás az egyes esetekben? (40 cm, valós, fordított, -1; nincs kép; -20 cm, virtuális, egyenes, 2)

XX. Egy vékony lencse fókusztávolsága 25 cm. Határozza meg a kép helyét, ha a tárgyat (a) 26 cm-re ill. (b) 24 cm-re helyezzük a lencsétől. Jellemezze a képeket! (650 cm, valós, fordított, -25; -600 cm, virtuális, egyenes, 25)

XXI. Egy lencse elé, tőle 32 cm-re egy tárgyat helyezünk. A kép egy, a lencse mögött 8 cm-re levő ernyőn jön létre. (a) Mekkora a lencse fókusztávolsága? (b) Mekkora a nagyítás? (c) Gyűjtő- vagy szórólencséről van szó? (6,40 cm, -0,20, gyűjtő)

XXII. Egy diavetítő objektívje egy vékony lencse. A dia 24 mm magas, és úgy kell kivetíteni, hogy kitöltse a 180 cm magas vetítővásznat. A dia és a vászon távolsága 3 m. (a) Mekkora legyen az objektív fókusztávolsága? (b) Milyen távolságra helyezzük a lencsét a diától, hogy éles képet kapjunk? (3,90 cm, 3,95 cm)

XXIII. Egy -32 cm fókusztávolságú szórólencsétől 20 cm-re elhelyezünk egy tárgyat. (a) Hol fog keletkezni a kép? (b) Mekkora a nagyítás? (c) Szerkessze meg a sugármeneteket! (-12,3 cm, 0,615)

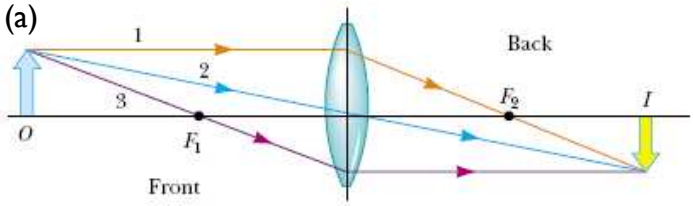
XXIV. Egy elsötétített szobában égő gyertyát helyezünk az egyik faltól 1,5 m-re. Ha lencsét teszünk egy bizonyos helyre a gyertya és a fal közé, a gyertyaláng nagyított, fordított állású képét kapjuk a falon. Ha a lencsét 90 cm-rel odébb visszük, a láng egy másik képét látjuk. Mekkora a lencse fókusztávolsága? (24 cm)

A Newton-féle lencseegyenlet:

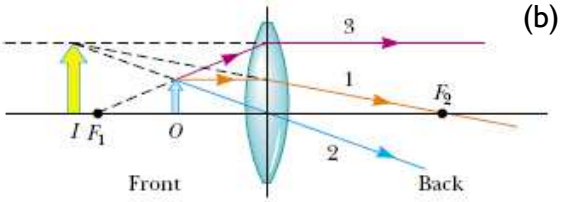
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{t} + \frac{1}{k}$$

A gyűjtőlencse nevezetes sugármenetei, ha a tárgy a fókuszon (a) kívül ill. (b) belül van:

(a)



(b)



A szórólencse nevezetes sugármenetei:

